

Riflessioni sulle scienze manageriali nell'era dell'“Industria 4.0”

Pietro Genco*

Sommario: 1. Premessa - 2. Le dimensioni tecnologiche dell'“Industria 4.0” - 3. La transizione verso l'“Industria 4.0”: questioni emergenti” - 3.1. Il concetto e il significato di dimensione d'impresa nei sistemi industriali flessibili - 3.2. La configurazione dei rapporti tra catena del valore aziendale e sistema del valore con cui l'impresa interagisce - 3.3. L'“Industria 4.0” e il rapporto tra manifattura e servizi - 3.4. L'impatto di “Industria 4.0” sulle strategie di internazionalizzazione e globalizzazione - 4. Stato di avanzamento e condizioni per la diffusione di “Industria 4.0” - Bibliografia.

Abstract

Industry 4.0 is commonly considered the “Fourth industrial revolution” in manufacturing and, more generally, in the economic systems. Industry 4.0 is a result of a mix of technological innovations (robots, digital systems, 3D-printers, simulation models, augmented reality and so on) that make possible the real-time interconnectivity among different processes, firms and supply chains. Despite the considerable attention awarded to this theme, the potential impact of the new paradigm of Industry 4.0 on the traditional managerial studies have not been sufficiently highlighted. Starting from this premise, the present paper tries to bridge this gap, providing an academic dissertation about the Industry 4.0 issues and their relationship between the most important theoretical frameworks in the managerial science (e.g. economies of scale, services/manufacturing, globalization strategies, networks). This contribution presents some valuable research implications mainly useful for researchers and academics, but also for professionals and public makers.

Key words: Industry 4.0, managerial sciences, industrial revolution.

1. Premessa

Il dibattito più recente sulla cosiddetta “Industria 4.0” fornisce utili spunti di riflessioni per un ripensamento o, quanto meno, una rilettura critica delle principali

* **Pietro Genco**, professore emerito in Economia e gestione delle imprese, Dipartimento di Economia (DIEC), Università degli Studi di Genova, e-mail: pgenco@economia.unige.it.

categorie concettuali con cui gli studiosi di scienze manageriali affrontano l'analisi degli impatti che hanno avuto (e avranno) sul governo delle imprese, i vasti e profondi processi di cambiamento indotti dall'incessante e rapida innovazione tecnologica e dalla crescente complessità dei sistemi ambientali con cui le imprese interagiscono.

E' appena il caso di sottolineare preliminarmente che una riflessione su questi temi non può realisticamente proporsi obiettivi di sistematicità e di esaustività della trattazione, considerata la vastità e la varietà delle tematiche da coinvolgere nel campo di indagine.

Le considerazioni che verranno di seguito esposte intendono richiamare alcune significative questioni che il cambiamento tecnologico in atto pone all'attenzione degli studiosi di management e del mondo delle imprese, alle quali si possono dare risposte attendibili sia approfondendo il patrimonio di conoscenze teoriche disponibili (attraverso ad es. nuove e più focalizzate indagini empiriche), sia percorrendo nuovi sentieri di ricerca atti a meglio precisare il senso delle potenzialità delle innovazioni tecnologiche riconducibili all'"Industria 4.0", con riferimento alla varietà dei modelli di impresa (dimensionali, imprenditoriali, ecc.) e ai diversi contesti socio-culturali in cui ogni tipologia di impresa è radicata.

In questo senso, nel delineare gli scenari futuri con cui dovranno misurarsi le scelte strategiche delle imprese, non vanno perse di vista analisi e valutazioni circa i concreti percorsi che ogni paese sarà in grado di compiere sulla strada della penetrazione dei processi innovativi nelle varie articolazioni del tessuto produttivo nazionale.

E ciò richiede anche una rivisitazione conoscitiva degli aspetti che investono i connotati strutturali del sistema produttivo (a livello complessivo e/o settoriale) ed altre specificità ambientali (sociali, politiche, culturali e così via) anche per verificare l'appropriatezza delle azioni di politica industriale poste in atto dai governi per incentivare e sostenere lo sviluppo di determinati processi innovativi. E l'"Industria 4.0" rientra appunto in questo ambito.

2. Le dimensioni tecnologiche dell'"Industria 4.0"

L'espressione "Industria 4.0", etichettata anche come una "quarta rivoluzione industriale", viene associata ad un set di innovazioni tecnologiche che realizzano, mediante l'impiego di macchine "intelligenti" e di internet, l'interconnessione di sistemi produttivi e processi industriali (Beltrametti et al., 2017).

Con riferimento all'industria manifatturiera, l'"Industria 4.0" viene ricondotta ad un insieme di "tecnologie abilitanti" rappresentate da (Gerbert et al., 2015):

a. la disponibilità di grandi base-dati (big data) e strumenti analitici che consentono di ottimizzare prodotti e processi, ponendosi come supporto per l'assunzione delle relative decisioni in tempo reale. Il significato potenziale di questa dimensione investirebbe ovviamente i processi decisionali concernenti tutte le attività operative della catena del valore aziendale, riducendo quindi i margini di incertezza e le possibilità di errore insiti in ognuna delle stesse attività decisionali, dall'acquisizione degli input, alle *operations* e a quelle riguardanti il trasferimento al cliente del bene prodotto;

b. l'introduzione di *robots* sempre più "intelligenti", capaci cioè di operare in modo autonomo, flessibile e cooperativo. In sostanza, rispetto ai livelli cui è sin qui pervenuta, la robotica del futuro fornirebbe un contributo determinante alla realizzazione dei potenziali di flessibilità di cui le tecnologie dell'informazione sono dotate, di fronteggiare, a costi più bassi, le esigenze di varietà e variabilità espresse dal mercato;

c. l'acquisizione di capacità di simulazione di materiali, prodotti e processi produttivi attraverso l'introduzione di dispositivi in grado di riprodurre il mondo fisico in modelli virtuali, con benefici molteplici nelle fasi di progettazione dei prodotti e di messa a punto dei relativi processi produttivi;

d. l'integrazione verticale e orizzontale, mediante il ricorso alle tecnologie di interconnessione digitale, non solo di tutte le attività della catena del valore aziendale, ma anche con quelle di altre imprese con cui si intrattengono rapporti di varia natura (ad es. fornitori di beni, servizi e tecnologia; clienti; partnership industriali, commerciali e di R&D);

e. l'introduzione di un insieme di dispositivi e sensori intelligenti (internet delle cose) che, interagendo tra di loro e con sistemi di controllo centralizzato, consente di innalzare il livello di automazione di processi, anche in presenza di tecnologie standard che non si avvalgono di computer incorporati;

f. lo sviluppo delle tecnologie del *cloud*, come risposta alle esigenze di gestire una massa crescente di disponibilità/fabbisogno di informazioni a condizioni di più elevate performances in termini di velocità, flessibilità ed efficienza. In questa prospettiva innovativa, gran parte dei servizi di elaborazione dati, di controllo e di monitoraggio dei processi emigreranno nel *cloud*;

g. l'introduzione di un insieme di misure di sicurezza (*cybersecurity*) atte a proteggere i flussi di informazioni, anche di grande riservatezza, che possono essere scambiate attraverso i sistemi aziendali interconnessi;

h. l'applicazione di "additivi alla produzione" come la stampa 3D, il cui pieno sviluppo consentirà la produzione di piccoli lotti di prodotti customizzati, con vantaggi enormi nei casi di progettazioni complesse, nella riduzione delle scorte e altri ancora;

i. la diffusione di sistemi basati sulla "realtà aumentata", attualmente in fase sperimentale, la cui valenza è quella di supportare molteplici servizi come ad es. la selezione di oggetti da un magazzino, l'invio attraverso dispositivi mobili di istruzioni e procedure per attività di riparazione e assistenza post-vendita, o anche come operatore virtuale per la formazione del personale.

E' importante rilevare che non poca parte delle "tecnologie abilitanti" sinteticamente descritte, hanno già trovato molteplici applicazioni nell'industria manifatturiera (Baumers et al., 2017). Ma, nel concetto di "Industria 4.0", esse vanno interpretate non più come fatti innovativi applicati a singole strutture o fasi della catena del valore aziendale, ma secondo una visione olistica in cui le tecnologie in questione, utilizzate congiuntamente, sortiscono forme e modalità di integrazione tali da innalzare significativamente l'efficacia dei processi decisionali aziendali, i contenuti e la complessità delle relazioni tra le attività interne all'impresa e quelle tra

imprese, i livelli di automazione dei processi produttivi, i rapporti tra l'uomo e la macchina.

In relazione a tali cambiamenti, con l'adozione dei connotati costitutivi di "Industria 4.0" si prospettano vantaggi e benefici potenziali che investono in primo luogo le performances e la competitività delle imprese in termini di appropriatezza del prodotto alle esigenze di varietà e variabilità della domanda, di time to market, di standard qualitativi della produzione, di efficienza e produttività aziendale.

Studi condotti sugli impatti macroeconomici di "Industria 4.0", di cui vengono delineati scenari previsivi a medio e lungo termine, configurano, sia pure in misura differenziata per settore e per paesi, incrementi considerevoli dei principali indicatori socio-economici. E' significativo al riguardo il caso della industria manifatturiera tedesca (che risulta essere il più avanzato nello sviluppo di "Industria 4.0) a cui si attribuiscono, per il prossimo decennio, le seguenti prospettive (Gerbert et al., 2015):

- incrementi di produttività e connesse riduzioni dei costi di trasformazione pari al 5-8%;
- crescita del volume di affari intorno a €30 M.di, corrispondenti all'1% del Pil;
- sviluppo dell'occupazione del 6%;
- sviluppo degli investimenti per circa € 250 M.di (1,0-1,5%) dei ricavi del settore manifatturiero.

3. La transizione verso l' "Industria 4.0": questioni emergenti

In una prospettiva in cui le imprese si evolveranno verso i nuovi assetti tecnologici indotti dall'ondata di innovazioni che connotano l'"Industria 4.0", occorre chiedersi quali sono le questioni emergenti da affrontare sul piano della riflessione scientifica, che più direttamente investono le problematiche concernenti il governo delle imprese.

Il tentativo di dare una risposta a questo quesito deve prendere le mosse dalla considerazione che l'"Industria 4.0", più che essere l'espressione di una nuova "rivoluzione industriale", può essere interpretata come una fase più avanzata del radicale, e davvero rivoluzionario, cambiamento dei modi di produzione innescato, a partire dagli anni '70, dall'applicazione alla produzione industriale (ma anche a quella dei servizi) di dosi sempre più massicce di conoscenza scientifica e di tecnologie dell'informazione (informatica, telecomunicazioni, automazione industriale). In questa fase, che segna il superamento dell'impresa fordista, si affermano nuovi paradigmi e modi di produzione basati, come è noto:

- sulla pervasività dei processi innovativi, per cui i metodi e gli strumenti caratterizzanti il nuovo paradigma tecno-economico sono applicabili in tutti (o quasi tutti) i campi dell'attività umana (anche al di fuori della sfera prettamente economica), apportandovi potenzialità di cambiamento e di sviluppo;
- sulla dematerializzazione e sulla crescente flessibilità di tutte le attività della catena del valore aziendale e, in particolare, delle strutture impiantistiche (Cozzi e Genco, 2001);

- sulla trasmissione a distanza, in tempo reale, di informazioni complesse. Con la diffusione di internet in particolare si compie un salto di qualità, quanto a facilità e a costi d'uso degli strumenti disponibili, e si aprono opportunità quasi illimitate di connessione con modalità che annullano lo spazio e il tempo tra le imprese, gli utilizzatori finali dei loro prodotti e tra i soggetti più disparati che operano in tutte le sfere dell'attività economica e della vita associata) (Vaccà, 1989; Di Bernardo e Rullani, 1989).

Una cospicua mole di studi teorici ed empirici, condotti nell'ambito delle discipline manageriali, pur in presenza di importanti connotazioni del cambiamento innovativo in atto, ma non ancora ben definite, hanno colto il senso e le potenzialità della rivoluzione industriale post-fordista, proponendo nuovi schemi interpretativi e prescrittivi delle principali categorie concettuali che reggono fondamentali profili dell'economia e della gestione delle imprese.

Molta parte del dibattito che tali studi hanno suscitato può essere riaperta con profitto, per aggiornare e/o ricercare nuove e specifiche implicazioni che "Industria 4.0" può avere dal versante del governo delle imprese. Nei limiti di questa trattazione, di seguito ne verranno evocate alcune che, in questo ambito, occupano una posizione di centralità sia sul piano della ricerca, sia su quello dell'esperienza didattica.

3.1. Il concetto e il significato di dimensione d'impresa nei sistemi industriali flessibili

Nelle analisi dedicate alla valutazione del potenziale impatto di "Industria 4." Una delle conclusioni più ricorrenti è che il cambiamento tecnologico legato alla digitalizzazione e all'interconnessione avrà effetti positivi sugli assetti produttivi in cui è prevalente la presenza di imprese di minore dimensione. E ciò sarebbe il portato del fatto che, con le nuove tecnologie, si riduce il ruolo delle economie di scala sulle condizioni di economicità dei processi produttivi.

La questione è rilevante e non è del tutto nuova giacché, come è emerso in diversi studi sul post-fordismo, la flessibilità dei processi produttivi, connessa alle tecnologie dell'informazione, è un attributo che farebbe venir meno le possibilità di riduzione dei costi attraverso la grande scala produttiva

Senza voler approfondire una questione cui la letteratura ha dedicato anche un ampio dibattito, va qui ricordato che i concetti di economia di scala e quelli connessi di dimensione ottima d'impianto e d'impresa, rispetto ai modelli teorici tradizionali, vanno riconsiderati in una fase in cui l'applicazione massiccia di scienza e informazione consegue livelli sempre più avanzati sul piano dell'automazione delle catene del valore aziendali e dell'interconnessione tra imprese e sistemi del valore a scala globale. In particolare, in una situazione in cui la flessibilità delle strutture produttive raggiunge livelli sempre più elevati nella definizione del mix produttivo, è possibile ampliare la gamma dei prodotti offerti e modificarla nel tempo, corrispondendo alle crescenti esigenze di varietà e variabilità che la domanda esprime (Colombo e Mariotti 1987; Vaccà 1989; Di Bernardo e Rullani 1989; Di Bernardo, 1991).

Ne deriva che, come viene generalmente riconosciuto, il concetto che meglio esprime il rapporto dimensione/efficienza è quello di economie di scopo, che si conseguono con prodotti a bassi o nulli costi di cambiamento. D'altra parte, a tali economie sono riconducibili le economie di scala gestionali, conseguibili nelle attività di ricerca e sviluppo, di marketing, della distribuzione commerciale, ecc.; attività che si avvalgono di risorse complementari e specializzate e che, anche a motivo della loro immaterialità, possono essere condivise da una molteplicità di processi produttivi e di prodotti (Penrose, 1959). Al riguardo, va anche richiamato che analisi empiriche condotte con riferimento alle prime fasi di penetrazione delle tecnologie dell'informazione, avevano evidenziato che l'introduzione di sistemi flessibili comportavano da un lato volumi di investimento sia in capitale fisso (hardware e software), sia in capitale umano (tecnico e manageriale) considerevoli; dall'altro una scala (congiunta) di produzione cospicua e fortemente anelastica. Cosicché l'efficiente utilizzo della loro dimensione minima imponeva politiche di innovazione della gamma e di commercializzazione del mix cui potevano accedere solo imprese di grandi dimensioni. Una considerazione questa che segnala comunque l'esigenza di trarre generalizzazioni attendibili circa l'impatto delle nuove tecnologie sulle economie dimensionali, alla luce di aggiornate e appropriate valutazioni condotte con riferimento alle concrete modalità di applicazione/penetrazione delle tecnologie abilitanti di "Industria 4.0" agli specifici settori delle attività produttive.

Altre considerazioni sull'impatto che le nuove tecnologie in questione hanno sul rapporto dimensione/efficienza, riguardano un tema che verrà ripreso anche successivamente, concernente l'impulso che il cambiamento tecnologico in atto può recare sullo sviluppo dei rapporti reticolari tra imprese, ovvero di quelle relazioni che si avvalgono del supporto di reti informatiche attraverso le quali si veicolano le informazioni relative all'attuazione di strategie su basi collaborative (Thorelli, 1986; Wellman e Berkoviz, 1988; Vaccà, 1996; Marzocchi, 1992; Genco e Penco, 2010).

Nella letteratura, lo sviluppo di queste forme di organizzazione dei rapporti tra imprese viene considerato un importante elemento della crisi della teoria della dimensione, in quanto l'assetto reticolare non consente di definire in modo univoco i confini fra interno ed esterno (Genco 1995).

D'altra parte anche per queste modalità di attuazione di una strategia su basi collaborative vale l'esigenza di una soglia dimensionale minima per le strutture produttive da apprestare (la capacità produttiva di un impianto, una rete capillare di distribuzione, un laboratorio di ricerca o di controllo della qualità) come condizione per competere efficacemente su un determinato mercato. E la dimensione di quella struttura apprestata da una singola impresa va riferita alla capacità complessiva della stessa struttura cui ogni impresa può potenzialmente accedere per effetto della rete (Genco e Penco, 2010).

In sostanza, il riferimento ai parametri dimensionali consueti diventa abbastanza labile, se non del tutto inutilizzabile, quando il rapporto collaborativo che è alla base della costruzione reticolare riguarda la messa in comune di risorse complementari per l'attuazione delle strategie competitive adottate, i cui effetti possono manifestarsi in un'ottica temporale non ravvicinata, anche se indubbiamente i vantaggi che ogni impresa trae dall'accordo non sono del tutto disancorati dalla posizione che ogni

partner occupa in termini di funzioni di costo, di propensione al rischio e così via (Lorenzoni, 1992).

Dalle considerazioni sin qui svolte si precisa meglio il significato e gli obiettivi di una ridefinizione dei concetti richiamati, facendo anche ampio ricorso ad approfondite verifiche empiriche, a livello di singole imprese e a scala settoriale, volte a individuare le determinanti che nei sistemi ad elevato grado di digitalizzazione ed interconnessione, hanno incidenze significative sui costi delle catene del valore aziendali.

Si tratta comunque di un profilo che è rilevante per valutare, su basi più rigorose, l'effettiva incidenza che le innovazioni di "Industria 4.0" possono assumere per le imprese minori, atteso che le esperienze compiute e gli scenari prefigurati che vengono narrati in tema di accesso alle tecnologie in questione, riguardano casi aziendali o settori di attività in cui appare prevalente la presenza di imprese di grande dimensione.

E' utile al riguardo richiamare che per piattaforme digitali come quella di Amazon e Ali Baba si è avviata una riconfigurazione della *supply chain* secondo modalità tali da costituire un supporto per l'accesso di piccole e medie imprese ai mercati globali di sbocco e delle forniture rendendo così superflua la creazione di *supply chains* aziendali. Va anche precisato che questa indicazione non contraddice quanto si è osservato in precedenza sul ruolo dei parametri dimensionali nella definizione dei livelli di economicità dell'impresa nei sistemi industriali flessibili. La soluzione attraverso cui le imprese minori hanno la possibilità di accesso alla "globalità" è da ricondurre alla logica dei rapporti collaborativi supportati da un assetto organizzativo reticolare in cui è preminente il ruolo di imprese dotate di dimensioni e strategie riferite a mercati globali.

Un'attenta verifica su questi aspetti è essenziale per dare risposte ad un interrogativo che assume valenze anche dal versante della politica industriale, circa le azioni più idonee alla creazione delle condizioni per rendere possibile l'accesso delle imprese minori al cambiamento tecnologico in atto.

3.2. La configurazione dei rapporti tra catena del valore aziendale e sistema del valore con cui l'impresa interagisce

Le questioni da affrontare in questo ambito, discendono dalle implicazioni più rilevanti delle tecnologie che realizzano l'interconnessione digitale e, in particolare, dal ruolo che esse possono svolgere quale presupposto tecnologico fondamentale per l'attuazione dell'intera gamma delle modalità di attuazione delle strategie di impresa. In effetti, una tecnologia come quella in questione, in grado di realizzare l'integrazione delle informazioni tra catene del valore disposte lungo una filiera produttiva o nell'ambito di un sistema del valore collocato in un ambito geo-politico a scala planetaria, solleva diverse problematiche, la più immediata delle quali investe la riconfigurazione della *supply chain* delle singole imprese, ridefinendo i ruoli e l'organizzazione delle funzioni aziendali che vengono coinvolte nella trasformazione di un sistema aziendale chiuso in un sistema aperto ad altre imprese.

I profili che assumono un particolare rilievo riguardano tuttavia le modalità di attuazione delle strategie di crescita dimensionale in senso orizzontale e verticale, associate o meno all'ampliamento (nazionale, internazionale o globale), della dimensione spaziale dei mercati alla fornitura e/o di quelli di sbocco.

Nell'agenda delle questioni emergenti, è importante richiamare l'impatto che, sul piano dell'integrazione tra imprese, le tecnologie dell'interconnessione digitale possono avere nelle opzioni strategiche di tipo collaborativo (accordi, alleanze, coalizioni di vario tipo), in relazione alla loro capacità di offrire un determinante supporto tecnologico nella creazione di strutture reticolari d'impresa.

Sotto questo profilo, il tema non ha sin qui trovato approfondimenti adeguati e, in ogni caso, pur essendo disponibile una cospicua letteratura, permangono diverse ambiguità per cui talvolta i termini relativi alle reti e alle varie forme collaborative vengono considerati pressoché sovrapponibili; talvolta le reti sono considerate come un sottoinsieme del più generale concetto di collaborazione; in altri casi, il termine network viene considerato un campo di indagine più ampio rispetto alla fattispecie dei rapporti collaborativi; infine, dal punto di vista delle dimensioni aziendali coinvolte, le piccole e medie imprese vengono ricondotte al modello di riferimento delle reti d'impresa, le grandi imprese vengono associate al concetto di impresa a rete attraverso cui si realizzano processi di deverticalizzazione, basati su relazioni consolidate e co-progettuali con soggetti esterne.

Ma, al di là di una più soddisfacente sistemazione teorica del significato e del ruolo degli assetti reticolari sull'attuazione delle strategie d'impresa, vanno attentamente individuati e analizzati i problemi relativi alla creazione, a livello interaziendale, delle condizioni che realizzano l'integrazione, come ad es. la condivisione dei linguaggi e la gestione delle informazioni concernenti l'oggetto della collaborazione tra i partner del rapporto.

Rimane comunque aperto il significato che i rapporti reticolari hanno o possono avere per le imprese di minori dimensioni e quale può essere il loro percorso evolutivo alla luce delle potenzialità innovative insite nei cambiamenti tecnologici in atto.

Per il sistema produttivo italiano in particolare, il tema assume valenze che vanno oltre i problemi di governo delle imprese, per l'incidenza che i fatti innovativi in questione hanno su aspetti quali la divisione del lavoro tra imprese nell'ambito delle filiere, l'ambito spaziale (nazionale, internazionale, globale) entro cui si possono gestire le relazioni collaborative, le implicazioni delle scelte aziendali al riguardo, sull'economia del territorio in cui le imprese sono localizzate (si pensi alle filiere distrettuali) e così via.

3.3. L' "Industria 4.0" e il rapporto tra manifattura e servizi

La crescente dematerializzazione dei processi produttivi e l'utilizzo sempre più esteso della componente software come fonte del vantaggio competitivo che ha caratterizzato la diffusione delle nuove tecnologie dell'informazione rappresenta, come è noto, il principale fattore macro-ambientale che ha determinato una crescita

imponente dei servizi alle imprese, portando alla creazione di sistemi integrati di beni e servizi, nei quali la componente terziaria, in termini di sapere e conoscenza, ha assunto un peso sempre più rilevante (Levitt 1976; Fitzsimmons, Sullivan 1982; Heskett 1986; Gershuny e Miles 1983; Rullani, 1995; Rifkin, 2000; Genco, 2007).

Al rafforzamento del ruolo dei servizi nella catena del valore delle imprese hanno fornito un importante contributo anche i processi di globalizzazione. In effetti, con l'ampliamento e l'integrazione a scala planetaria degli orizzonti geografici e settoriali della concorrenza, si è accentuata la necessità di dotarsi di risorse capaci di valorizzare l'accesso al patrimonio globale delle conoscenze e dell'innovazione. Si sono così determinati specifici fabbisogni di servizi volti all'acquisizione di informazioni e conoscenze sulle caratteristiche, diverse da quelle domestiche, dei mercati di sbocco, sugli strumenti di penetrazione e sui meccanismi più idonei per lo sfruttamento delle interdipendenze (Genco, 1997).

Altri fabbisogni di servizi sono strettamente connessi con le scelte organizzative e le esigenze di coordinamento riguardanti la configurazione delle catene del valore aziendali a scala globale.

E' importante infine richiamare gli effetti provocati dalla crescente varietà e variabilità della domanda dei mercati di sbocco e lo sviluppo di specifiche componenti terziarie riguardanti la concezione/progettazione dei prodotti, le modalità di commercializzazione, di comunicazione e di assistenza post-vendita.

Queste indicazioni che, nella letteratura sul post-fordismo, esprimevano essenzialmente le potenzialità del nuovo paradigma tecnologico di realizzare un percorso di profonda trasformazione del modo di fare industria, con l'avvento dell'"Industria 4.0" tale percorso è pervenuto ad uno stadio in cui le potenzialità del cambiamento assumono contenuti e significati meglio definiti perché ancorati a fatti innovativi "più maturi" in tema di digitalizzazione e interconnessione.

L'impatto di questi fatti sul rapporto tra manifattura e servizi si coglie considerando la trasformazione che stanno subendo i modelli di business, in relazione alla capacità che possono assumere i beni dotati di apparecchiature collegabili a sistemi digitalmente interconnessi, di fornire servizi post-vendita riguardanti ad es. le loro modalità d'uso o la manutenzione.

In sostanza, la prospettiva più volte adombrata in analisi condotte in tempi ormai lontani circa l'impatto che le tecnologie dell'informazione avrebbero avuto sul crescente contenuto dei servizi incorporati nei beni e sullo sviluppo di una competizione sempre più basata su attività terziarie, con le tecnologie di "Industria 4.0" trovano una più compiuta valorizzazione.

Quel che è importante sottolineare è che l'area di business su cui fondare la strategia di impresa va ridefinita nel senso che, sin dalla fase dell'ideazione/progettazione del prodotto, dovranno essere compiute delle scelte fondamentali circa i fattori critici del vantaggio competitivo su cui puntare e cioè se privilegiare gli elementi fisici del prodotto (il design, la qualità dei componenti, ecc.) o la tipologia dei servizi offerti attraverso il prodotto. Invero, le tecnologie di "Industria 4.0" consentono il superamento del tradizionale processo dell'innovazione di prodotto le cui fasi comportavano un lungo time to market. Con la digitalizzazione e l'interconnessione in particolare, si rendono disponibili in tempi ristretti cospicui

flussi di informazioni acquisibili da reti di consumatori a scala globale. E ciò costituisce un fattore di accelerazione dello sviluppo del prodotto, che attraverso aggiustamenti successivi, può avvenire in modo iterativo (Bhattacharya A., 2017).

Dalle rapide considerazioni sin qui svolte, appare evidente che l'impatto delle tecnologie di "Industria 4.0" sui processi di terziarizzazione dell'attività manifatturiera, anche se analizzato con riferimento a un profilo circoscritto della complessiva problematica delle strategie d'impresa, assume dimensioni di assoluta rilevanza. La questione merita pertanto adeguati approfondimenti, con puntuali analisi e valutazioni per tutte le fasi della catena del valore aziendale.

Ciò può consentire, tra l'altro, di fornire una base conoscitiva più appropriata ai fini della valutazione della consistenza e dei contenuti delle attività riconducibili al cosiddetto "terziario avanzato", in vista della definizione di politiche di sviluppo riguardanti specifici sistemi produttivi e contesti territoriali.

3.4. L'impatto di "Industria 4.0" sulle strategie di internazionalizzazione e globalizzazione

Recenti analisi degli indicatori che esprimono la dinamica dell'economia internazionale (ad es. il vistoso ridimensionamento della crescita del PNL globale nel corso dell'ultimo trentennio o il disancoraggio strutturale dell'andamento del commercio internazionale a quello del PNL globale con l'altrettanto vistosa contrazione del rapporto tra i due indicatori) ha portato gli opinion makers, studiosi ed esperti di imprese alla conclusione che la globalizzazione è un fenomeno in via di estinzione.

D'altra parte vi sono anche valutazioni secondo cui il declino dei tradizionali indicatori dell'economia internazionale vanno invece interpretati come l'avvento di una nuova fase della globalizzazione che è sostanzialmente il portato di un riequilibrio fra geopolitica e geo-economia.

Alla formazione di nuovi assetti dell'economia globale contribuirà certamente il vasto processo innovativo della digitalizzazione dell'industria manifatturiera i cui effetti incrementali dei livelli di produttività e di una generalizzata riduzione del costo del lavoro, hanno nel passato indotto scelte di de-localizzazione di fasi della catena del valore in aree mondiali caratterizzate appunto dal basso costo del lavoro. In questo senso, la diffusione delle innovazioni di "Industria 4.0" può costituire un importante fattore di rilocalizzazione delle strutture produttive a scala internazionale, con la conseguente riconfigurazione delle *supply chains* attraverso cui si realizza la ricomposizione delle diverse fasi della catena del valore ubicate a scala internazionale (Müller et al., 2017).

Da ciò deriveranno effetti rilevanti sul commercio internazionale nei cui andamenti si rifletteranno, tra l'altro, i cambiamenti dei flussi degli scambi di prodotti globali tra economie sviluppate e mercati di paesi emergenti, così come il peso crescente del valore dei servizi connesso alla diffusione delle tecnologie digitali.

Va anche considerato che il rapido sviluppo di piattaforme digitali (come ad es. Amazon e Alibaba) con i connessi sistemi di fornitura e di distribuzione a scala globale

potrà, da un lato determinare la sostituzione delle complesse supply chains configurate in funzione delle esigenze di singole imprese globali, dall'altro facilitare l'accesso al mercato globale anche ad imprese di minori dimensioni.

Altri fattori che potranno avere incidenze rilevanti sui processi di globalizzazione riguardano le modalità con cui si diffonderanno le tecnologie digitali.

Nelle analisi condotte al riguardo si osserva in particolare che la diffusione delle nuove tecnologie avrà i connotati del pluralismo geo-politico e della gradualità.

Il pluralismo è connesso al fatto che, al contrario di quanto è avvenuto nella precedente fase di diffusione delle tecnologie dell'informazione il cui controllo era nelle mani di pochi paesi, le tecnologie digitali sono accessibili a un più elevato numero di protagonisti.

Quanto alla velocità di penetrazione, mentre le tecnologie precedenti hanno avuto rapidi e radicali effetti sostitutivi, l'avanzamento di quelle digitali sarà più graduale per motivi che attengono sia alle carenze delle competenze richieste per la loro implementazione, sia ad esigenze politiche di salvaguardia dei livelli occupazionali. In tal modo vi saranno settori ed imprese caratterizzati da situazioni di coesistenza di tecnologie a diversi stadi di avanzamento e con diversi livelli di competitività.

A questa prospettiva concorre anche il cambiamento delle regole del gioco della *governance* dell'economia globale, che si è sin qui espressa attraverso gli accordi tra le grandi potenze economiche globali (come ad es. il G7) volti ad agevolare il commercio internazionale.

Oggi queste forme di governo della globalizzazione stanno rapidamente cambiando anche per la tendenza alla loro frammentazione, testimoniata dalla proliferazione di accordi a scala regionale e sub-regionale che si sovrappongono a quelli adottati in sede WTO.

In questo quadro, le imprese che si internazionalizzano devono misurarsi con un mercato che resta globale e integrato grazie allo sviluppo tecnologico delle reti digitali ma, al tempo stesso, con una molteplicità di contesti economici, caratterizzati da assetti di governo, regole e livelli di sviluppo delle nuove tecnologie alquanto diversificati.

4. Stato di avanzamento e condizioni per la diffusione di "Industria 4.0"

Se si passa dall'analisi dei potenziali impatti che "Industria 4.0" ha in termini di vantaggi conseguenti ai profondi cambiamenti dei modi di produrre e di governo delle imprese, alla valutazione della diffusione delle nuove tecnologie a livello delle singole imprese e del sistema produttivo nazionale, occorre individuare i fattori critici che, di volta in volta, possono spiegare il verificarsi di percorsi di sviluppo più avanzati o di situazione di ritardo.

Da diverse indagini condotte sullo stato di avanzamento dei processi innovativi posti in atto dalle imprese manifatturiere negli anni più recenti (McKinsey & Company, 2016), emerge un quadro in cui la grande enfasi posta sulle enormi potenzialità insite nell'introduzione delle tecnologie di digitalizzazione e interconnessione, non trova pieno riscontro nella realtà dei principali sistemi

industriali manifatturieri del mondo, con situazioni assai differenziate che vanno dallo scetticismo o da una vera e propria delusione circa gli esiti degli investimenti effettuati, all'attuazione di investimenti parziali che si risolvono nell'ammodernamento di singole fasi della catena del valore aziendale o di specifiche attività di una filiera produttiva.

E' comunque importante sottolineare che, per analizzare i fattori critici di successo o le barriere che si frappongono alla realizzazione di strategie di adozione delle nuove tecnologie, occorre focalizzare il campo d'indagine su una realtà nazionale, per tener conto delle peculiarità strutturali del tessuto produttivo e delle specificità socio-politiche, culturali e così via, che caratterizzano il sistema manifatturiero indagato, in funzione delle quali può ovviamente definirsi l'appropriatezza, da un lato delle strategie d'impresa, dall'altro delle misure di politica industriale poste in atto da governi centrali, regionali o di altro livello per stimolare lo sviluppo di determinati processi innovativi del sistema produttivo.

In una prospettiva in cui l'obiettivo da conseguire investe una problematica di grande complessità e che ha una portata fondamentale per lo sviluppo generale del paese, il concetto di politica industriale va inteso in senso molto ampio nel senso che le misure da predisporre non devono riguardare solo l'armamentario degli incentivi rivolti al sistema delle imprese (incentivi finanziari, fiscali, alla ricerca privata e altri ancora) ma devono anche darsi carico della creazione o del rafforzamento di un appropriato sistema di "economie esterne" attraverso interventi rivolti:

- al soddisfacimento dei fabbisogni di nuove competenze richieste dal cambiamento tecnologico (Università, Istituti superiori ad indirizzo tecnologico, centri di ricerca, ecc.)
- alla creazione di un avanzato sistema di infrastrutture per l'interconnessione (reti digitali, banda ultra larga);
- alla definizione degli standard e dei criteri di interconnessione;
- alla definizione di sofisticati ed efficaci protocolli di sicurezza a protezione dei flussi di informazione.

A conclusione di questa trattazione si può osservare che, per quanto incompleta e parziale possa risultare l'agenda delle questioni sopra richiamate, appare comunque evidente che una più rigorosa ed accurata analisi delle molteplici implicazioni dello sviluppo di "Industria 4.0" dischiude un ampio spazio di riflessione scientifica e di rilevanti linee di ricerca non solo nell'ottica delle scienze manageriali ma anche in ambiti che sono propri dell'economia industriale.

Bibliografia

- Baumers, M., Beltrametti, L., Gasparre, A., & Hague, R. (2017). Informing additive manufacturing technology adoption: total cost and the impact of capacity utilisation. *International Journal of Production Research*, 55(23), 6957-6970.
- Beltrametti, L., Guarnacci, N., Intini, N., & La Forgia, C. (2017). *La fabbrica connessa. La manifattura italiana (attra) verso Industria 4.0.* goWare & Edizioni Guerini e Associati.

- Bhattacharya, A. (2017). *How Digital is Redefining the Meaning of "Product"*. B.C.G. Perspectives, September.
- Colombo, M. G., Mariotti, S. (1987). Note economiche sull'automazione flessibile. *Economia e politica industriale*, 48, 61-94.
- Cozzi, G., Genco, P. (2000). "L'evoluzione dei processi di terziarizzazione e l'impatto sull'economia delle imprese". *Atti XXIII Convegno Aidea*.
- Di Bernardo, B. (1991), *Le dimensioni d'impresa: scala, scopo, varietà*. Milano: FrancoAngeli.
- Di Bernardo, B., & Rullani E. (1989). *Il management e le macchine*. Bologna: Il Mulino.
- Fitzsimmons, F.A., Sullivan, R.S. (1982). *Service Operation Management*. New York (NJ): McGraw-Hill.
- Genco, P. (2007). *Il terziario tra innovazione e tradizione. Il caso della Liguria*. Milano: Franco Angeli.
- Genco, P. (1995). "Dimensione, scala, condivisione *Caselli L. (a cura di), Le parole dell'impresa*. Milano: FrancoAngeli.
- Genco, P. (1997). "Services in a changing economic environment". *The Service Industries Journal*, 17(4), 529-543.
- Genco P., Penco L. (2010). "Dall'impresa ai sistemi locali e alle reti: dimensione del sistema e dimensioni delle imprese nel sistema". In Coppola S. (a cura di), *Il Sud in competizione: La varietà dei modelli dimensionali esistenti e la scelta allocativa delle imprese*. Napoli: SRM.
- Genco, P., Penco, L. (2010). "Il dibattito sulla dimensione aziendale nelle discipline economiche e manageriali". SRM. In Coppola S. (a cura di), *Il Sud in competizione: La varietà dei modelli dimensionali esistenti e la scelta allocativa delle imprese*. Napoli: SRM.
- Gerbert P., Lorenz M., Rüßmann M., Waldner M., Justus J., Engel P., & Harnisch M. (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*, BCG Perspectives, April.
- Gershuny, J., & Miles I. (1983). *The new service economy. The transformation of employment in industrial societies*. London(UK): Frances Pinter.
- Heskett, J. L. (1987). Lessons in the service sector. *Harvard Business Review*, 65(2), 118-126.
- Levitt, T. (1976). Industrialization of service. *Harvard business review*, 54(5), 63-74.
- Lorenzoni, G. (1992). *Accordi, reti e vantaggio competitivo*. Milano: Etas.
- Marzocchi, G.L., (1992). "Organizzazioni a rete e sistemi informativi", in Lorenzoni G. (a cura di), *Accordi, reti, e vantaggio competitivo*. Milano: Etas.
- McKinsey & Company (2016), *Industry 4.0 After the Initial Hype*.
- Müller, J., Dotzauer V., & Voigt K-I (2017). "Industry 4.0 and its impact on reshoring decisions of German manufacturing enterprises". In *Supply Management Research*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Penrose, E.T. (1959). *The theory of the growth of the firm*. New York (NJ): John Wiley & Sons Inc.
- Rifkin J. (2000). *L'era dell'accesso*. Milano: Mondadori.
- Rullani E. (1989). "La teoria dell'impresa: soggetti, sistema, evoluzione". In Rispoli M. (a cura di), *L'impresa industriale* (II Ed.). Bologna: Il Mulino.

- Thorelli, H.B. (1986). "Networks: between market and hierarchies", *Strategic Management Journal*, 7, 37-51.
- Vaccà, S. (1986). "L'economia delle relazioni tra imprese: dall'espansione dimensionale allo sviluppo per reti esterne", *Economia e politica industriale*, 51.
- Vaccà S. (1989). *Scienza e tecnologia nell'economia delle imprese*. Milano: Franco Angeli.
- Vaccà, S. (1991). "Deverticalizzazione dei cicli produttivi, relazioni cooperative tra imprese e collusione oligopolistica". *Quaderno di economia e politica industriale*, Iefe, Università Bocconi, Milano.
- Wellman, B., Berkowitz, S.D., (1988). *Social Structures: A Network Approach*. Cambridge (UK): Cambridge University Press.